

Зроблено в Україні

Пам'яті Ф.А. Піроцького, винахідника першого в світі електричного трамвая

Укладач і комп’ютерний набір Г. В. Прохорова
Редактор С.М. Миценко
Дизайн Г. В. Прохорова

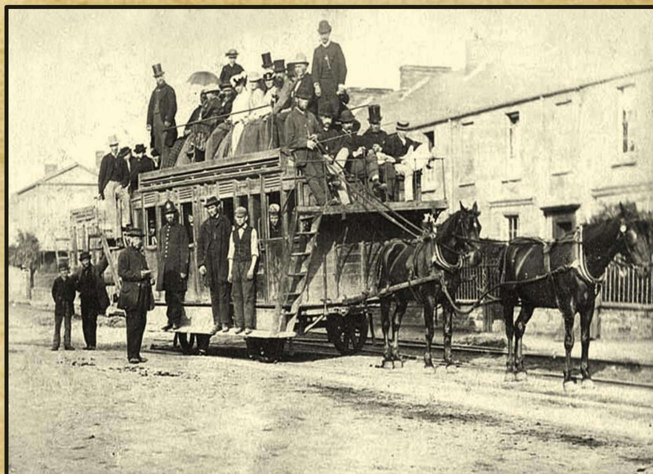
В історії технічного прогресу, на жаль, багато випадків, коли першість у тій чи іншій галузі було упущено тільки тому, що винахід не викликав належного інтересу і залишився на стадії дослідного зразка. У числі таких прикрих моментів – створення трамвая на електричній тязі. У 2017 р. виповнюється 125 р. з того моменту, як у Києві запрацював перший у Російській імперії електричний трамвай. Його появі світ зобов'язаний українцю Федору Піроцькому. Цією подією завершився багаторічний ланцюг пропозицій, обговорень, переговорів з підприємцями, підрахунків майбутніх доходів і всього того, що супроводжує здійснення великого технічного проекту. Геній нашого земляка, винахідника Федора Аполлоновича Піроцького, здолав довгий і тернистий шлях пошуків та випробувань.

Постать Піроцького так і залишається забутою та невизнаною в історії, тому ця робота мала на меті трохи відкрити завісу таємничості та пролити світло на окремі події на шляху до виникнення електричного трамваю, а також нагадати загалу, хто є справжнім винахідником цього виду транспорту.

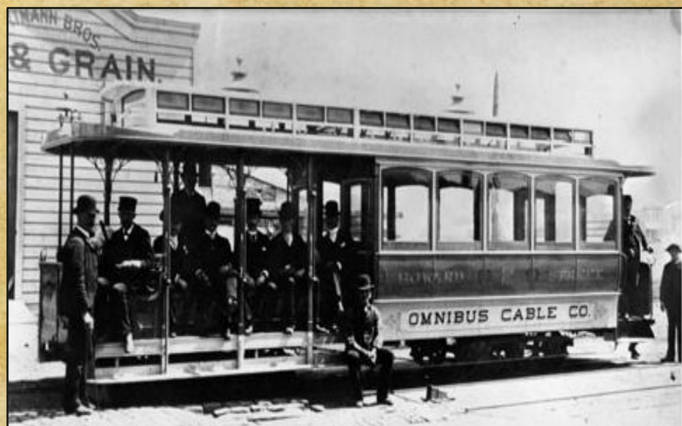


Із середини XIX ст. існуючі кінно-залізничні дороги не могли забезпечувати дедалі зростаючу потребу у пасажирських перевезеннях через малу швидкість руху. Тому виникла нагальна необхідність у заміні кінної тяги різними механічними двигунами.

З винайденням парового двигуна на зміну «кінним машинам» прийшли трамваї на паровій тязі, а також канатні трамваї. З фунікулером канатний трамвай ріднить те, що двигун знаходився поза вагоном, а привід здійснювався через трос від розташованого статично двигуна. Але вагон канатного трамвая не був прикріплений намертво до троса – кріплення здійснювалося за допомогою спеціального захвату. Таким чином, вагон міг зупинятися незалежно від руху троса та інших вагонів. Канатні трамваї здебільшого використовувалися у містах з дуже рельєфною місцевістю. Наприклад, у Сан-Франциско такий трамвай використовується і досі і навіть занесений до національного реєстру пам'яток історії США.



Конка, кінець XIX ст.



Канатний трамвай у Сан-Франциско. 1870-ті роки

Та значно більші можливості для розвитку цього виду транспорту з'явилися після появи електричного струму.



Паровий трамвай (паровик) у Петербурзі



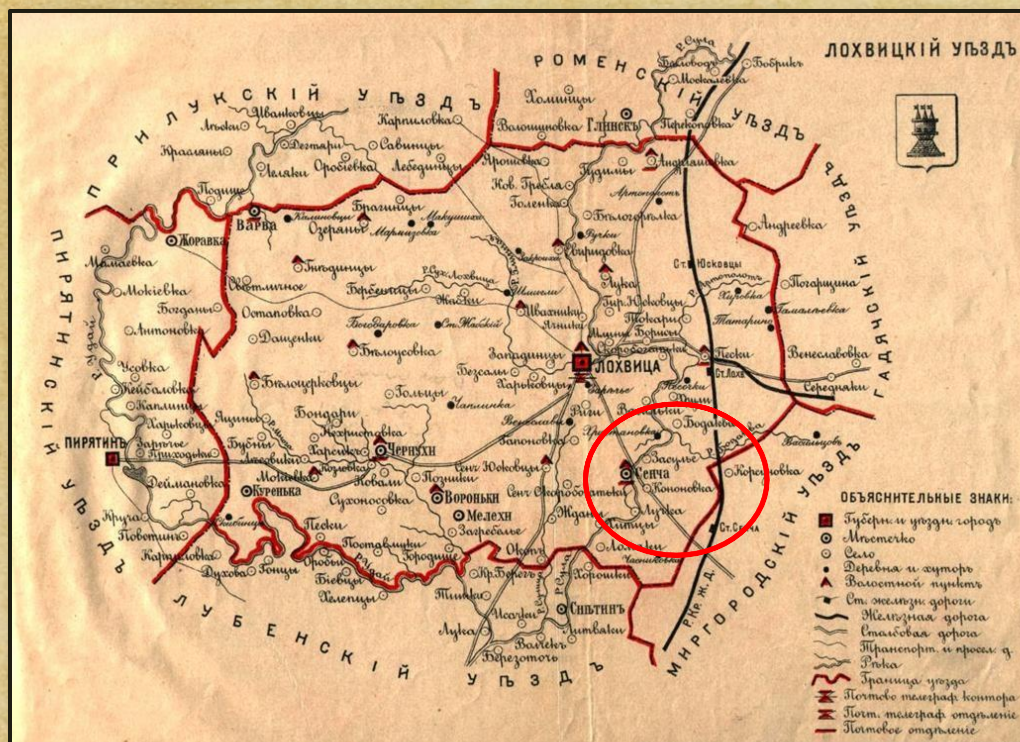
Ѳ. Пироцкій



Герб міста Сенча Полтавської губернії

Можливість використання електроенергії обіцяла внести корінні зміни у розвиток транспорту. Але для цього потрібно було вирішити проблему економічної передачі електроенергії на значні відстані.

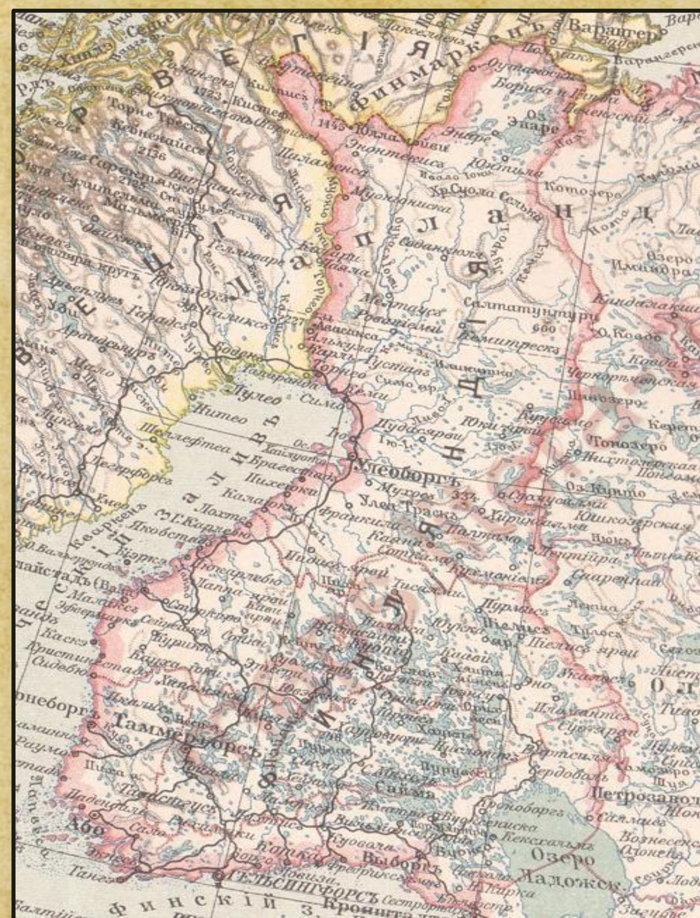
Саме передачею електроенергії на відстані почав займатися винахідник-електротехнік, артилерійський офіцер та інженер **Федір Аполлонович Піроцький**.



Піроцький народився 17 лютого 1845 р. у родині лікаря в містечку Сенча Лохвицького повіту Полтавської губернії. Члени його родини походили з роду вільних козаків та традиційно служили в державному війську.



Петербурзька Михайлівська артилерійська академія



Карта Фінляндії кінця XIX ст.

Федір Піроцький здобув освіту в Костянтинівському кадетському корпусі та у Петербурзькій Михайлівській артилерійській академії і проходив службу в артилерійських військах у Києві.

Але військова справа його мало приваблювала. Навчаючись в академії, під час практики на військових заводах Фінляндії, Піроцький звернув увагу на велику кількість водоспадів в цій озерній колонії, з яких лише кілька приводили в рух механізми заводів. Це незабутнє враження краси і сили спонукало його до праці над «передачею електрики за допомогою рушійної сили води» від пунктів виробництва до місць споживання. Штабс-капітан Ф. А. Піроцький отримав направлення до відділу технічних звітів і кошторисів Головного артилерійського управління у 1871 р. Тоді він і поставив собі за мету – вирішити питання передачі електроенергії на відстані.

№116 Получ. 27 Февраля 1873 г.

Начальнику 7-го Отделенія Главного
Артиллерійского Управленія

Помощника
Делопроизводителя
Поручика Пироцкого

Рапорт

17-го Февраля сего года мне окончилось 28 лет, вследствие этого на основаніи пункта 4-го правила, прилагаемого к приказу Военного Министра 1864 года №9, испрашиваю ……..Вашего Высокоблагородія о возвращении мне документовъ предоставленных мною при вступленіи въ бракъ

№1

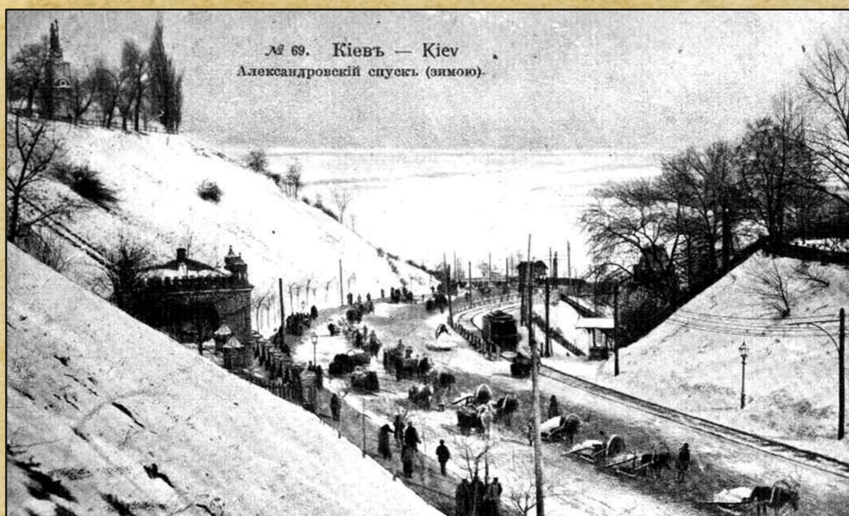
27 Февраля
1873 года

Поручик Пироцкій

Удостовереніе Земской Управы Лохвицкого уезда Полтавской Губерніи 1871 года за № 1251 и билет С. Петербургского учётного и ссудного банка на тысячу рублей за №065 получилъ Поручик Пироцкий

14 марта 1873 года

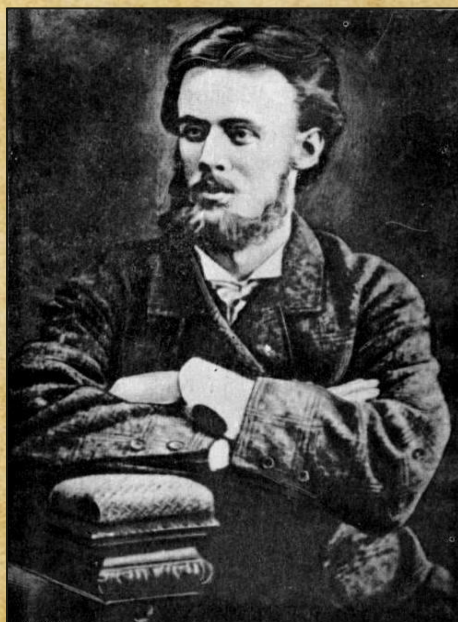
Факсиміле рапорта Ф. А. Піроцького



Перевантажений гужовим транспортом Олександрівський узвіз у Києві

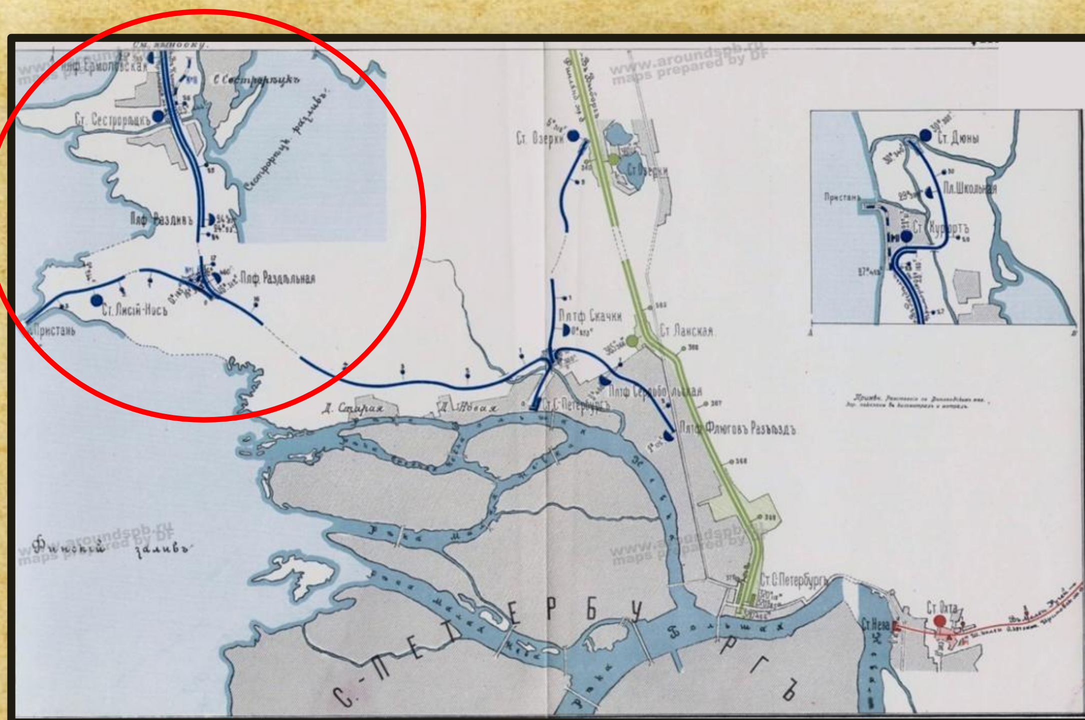
Думка про електрифікацію кінно-залізної дороги зародилася у винахідника ще під час його служби в Києві, коли він гуляв містом з Павлом Яблочковим, творцем славетної «свічки Яблочкова», однієї з перших електричних ламп.

На одній з таких прогулянок винахідники звернули увагу на щільний рух на Володимирському (тоді Олександрівському) узвозі:



«Якщо цивілізація буде розвиватися сучасним шляхом , у містах неможливо буде жити. Подивіться, возів і карет потрібно все більше і більше. З мостовими проблема – навіть гранітне покриття зтирається під підковами та залізними ободами….до цієї похмурої картини можу додати темряву… Думаю, порятунок в електриці, точніше, в електричній тязі…»

П. М. Яблочков – видатний винахідник-електротехнік



Карта Петербурга із Сестрорецьком

На початку 1870 р. Піроцький розробив проект передачі електроенергії за допомогою залізного дроту, закріпленого телеграфними ізоляторами на дерев'яних стовпах, і двох машин змінного струму власної конструкції. Зворотним провідником була земля. У 1876 р. він удосконалював свої досліди по запуску вагона на електричній тязі на покинутій залізничній гілці біля станції Сестрорецьк.

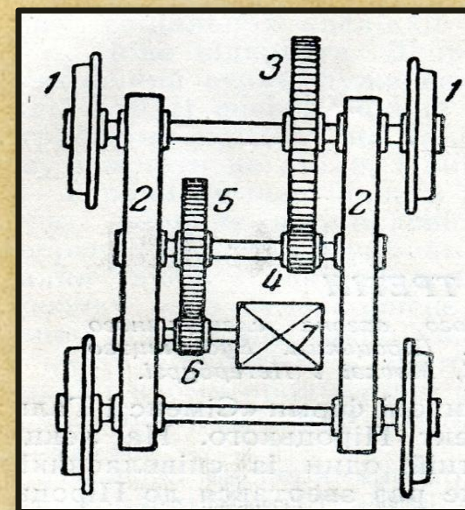


Схема зубчастої передачі від електродвигуна до коліс дослідного вагона Ф. А. Піроцького

Піроцький продемонстрував можливість передачі тягового струму безпосередньо по рейках. Дослід виявився вдалим.

У 1879 р. Федір Піроцький надав владі Петербурга проект розробки міського трамвая, який має рухати електрична енергія, а не кінська сила. Його аргументація була цікавою: *«Електрична конка сильна, швидка, надійна. Їй не потрібні стайні і вона не залишає гною на вулицях. А головне – електрика коштуватиме дешевше, ніж овес і сіно».*



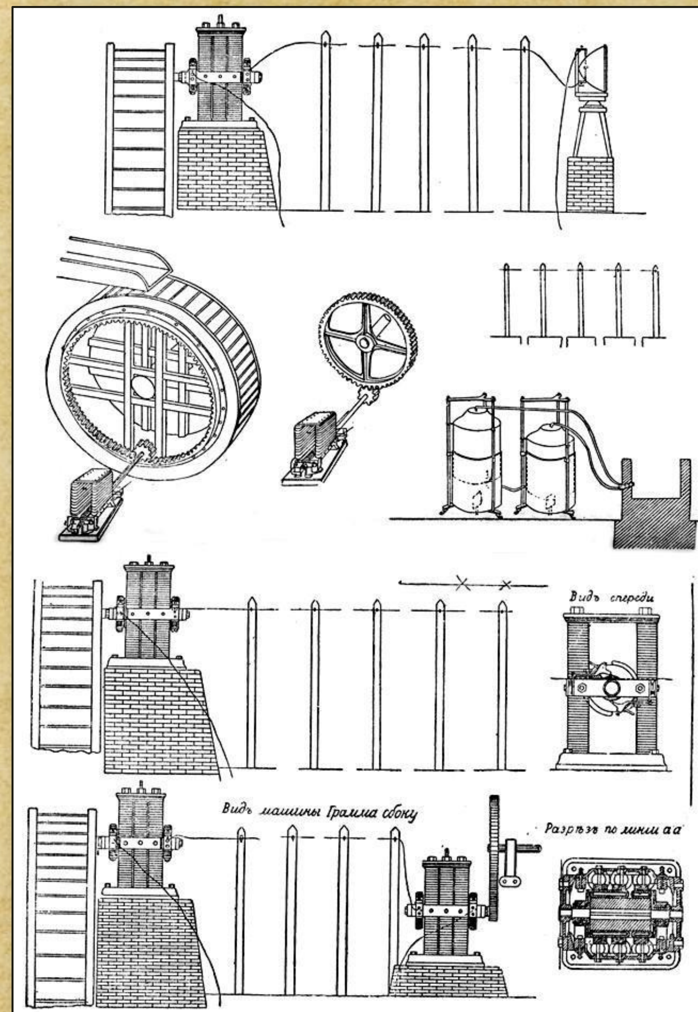
Дачний потяг на Сестрорецьк, кінець XIX ст.

Результати всіх експериментів були опубліковані в «Російському інженерному журналі», журналі «Електрика», «Журналі Російського фізико-хімічного товариства».

24 червня 1874 року в Департамент Торгівлі та Мануфактур, на одержання 10-річного привілею, подано Піроцьким електричний спосіб передавання сил по рейкових та інших провідниках. На Вовковому полі, у вересні 1874 року, здійснено Пироцьким досвід передачі 6-ти парових сил локомобіля на 100 сажнів. У Сестрорецьку 1876 року Піроцький пристосував до передачі сил і випробував двоверстний рейковий шлях. (Статтю про ці досліди розміщено в Інженерному Журналі за 1877 рік.)

У 1877 р. інженер Піроцький виступив в «Інженерному журналі» з такою пропозицією: *«Зважаючи на величезні витрати, необхідні наутримання парових рушіїв великих заводів і фабрик, нам спало на думку, що можна передавати роботу води як найдешевший рушій на відому відстань за допомогою гальванічного струму, отриманого якоюсь динамо-електричною машиною... Очевидно, що робота води, навіть передана на значну відстань, за допомогою динамо-електричних машин обійдеться... незрівнянно дешевше.... Чи не дивно після цього бачити вживання динамо-електричних машин виняткова лише для освітлення та частково для гальванопластики, тоді як вони далеко з більшою користю могли б служити для передавання роботи, вогню і світла, і навіть для передавання звуку».*

Він демонстрував свої проекти і зробив доповідь «Передача електроенергії на необмежені відстані за допомогою гальванічного струму (провідники – рейки і кабель)», обґрунтував її використання, в тому числі і для руху поїздів.



Перший проект електричної передачі на великі відстані, розроблений Ф. А. Піроцьким у 1876 р. за його статтею «О передаче работы воды как двигателя, на всякое расстояние при помощи гальванического тока».

(Інженерний журнал, 1877 р.)



Електрична залізниця компанії Siemens & Halske на Берлінській виставці 1879 р.

Компанія, яка зараз відома на весь світ, починала саме з ідей Піроцького. Так, піклуючись про пріоритет і поширення своїх ідей, у 1877 р. Піроцький розіслав «Інженерний журнал» зі своєю статтею про експерименти усім зацікавленим особам і фірмам, в тому числі і представнику фірми «Сіменс», який негайно доставив журнал в Берлін. Поки Піроцький змушений був відволіктися від дослідницької роботи через тривале службове відрядження до чорноморських фортець, на Берлінській виставці 1879 р. фірма «Сіменс» продемонструвала невеликий потяг з електричним локомотивом і кількома причіпними платформами, на яких могли сісти спинами один до одного, звісивши ноги, кілька пасажирів. Водій сидів на локомотиві.

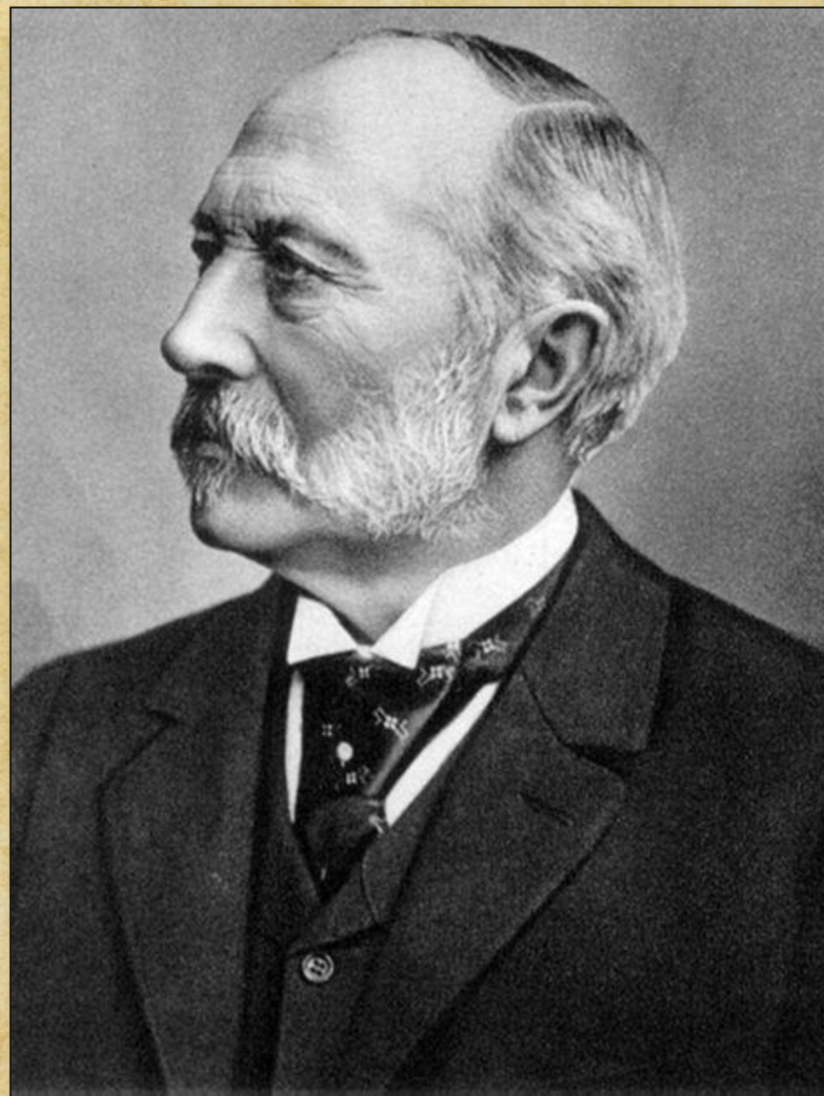
Екіпаж використовувався як атракціон. Це був ще далеко не електромоторний трамвай, але важливо те, що енергія у двигун локомотива подавалася за схемою Піроцького з «Інженерного журналу».

Карл фон Сіменс (брат Ернста фон Сіменса, засновника компанії Siemens & Halske) в той час розбудовував імперський телеграф і часто спілкувався з Піроцьким, зацікавившись його дослідами.

Повернувшись до Петербурга, Піроцький взявся за улюблену справу власним коштом. У заявці на винахід від 5 квітня 1880 р. він описав проект електричної залізниці, а 12 квітня перед багатолюдною аудиторією, де був і представник фірми «Siemens», продемонстрував проект застосування електрики для руху залізничних потягів з подачею струму тими ж рейками, по яких котяться колеса.

Перша в світі регулярна пасажирська лінія трамвая на електричній тязі – «Gross Lichterfelde» в Берліні – була відкрита компанією Siemens & Halske в травні 1881 р.





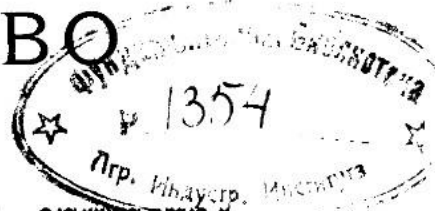
Карл фон Сіменс

№ 1. 1880. ІЮЛЬ

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

ЖУРНАЛЪ, ИЗДАВАЕМЫЙ VI ОТДѢЛОМЪ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.



Краткій отчетъ о дѣйствіяхъ VI отдѣла Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

30-го Января 1880 года было первое собраніе тѣхъ членовъ Общества, которые подписали заявленіе: о желаніи открыть новый отдѣлъ Общества, по электрической техникѣ.

Въ этомъ собраніи были избраны: Предсѣдателемъ отдѣла — Филадельфъ Кириловичъ *Величко*.

Кандидатомъ его—Павелъ Николаевичъ *Яблочковъ*.

Непремѣнными членами: Г.г. *И. М. Алексѣевъ, В. А. Воскресенскій, И. Н. Деревянкинъ, М. А. Котиковъ, Д. А. Лачиновъ, г. Миллеръ, В. И. Святскій, А. И. Шпаковскій и В. Н. Чиколевъ.*

Въ собраніи VI отдѣла 6 февраля, между прочимъ, *Г. Чиколевъ* прочелъ предложеніе объ изданіи отдѣломъ журнала по электро-техникѣ.

Въ виду возникшихъ дебатовъ, рѣшеніе вопроса о журналѣ и всѣхъ о немъ правилъ, положено отложить до одного изъ будущихъ засѣданій.

Кромѣ того, заявлено о слѣдующихъ сообщеніяхъ:

Канд. Предсѣд. Яблочкова: о новомъ элементѣ.

Въ періодъ, съ 24-го Февраля по 1-е Мая, состоялись три публичныя бесѣды по VI отдѣлу: 1) По означенному выше сообщенію *Г. Лачинова* (печатается въ настоящемъ №); 2) по сообщенію Дѣйст. Чл. *Пироцкаго*: о передачѣ механической работы, при помощи электрическаго тока, на всякія разстоянія, и 3) *Непр. чл. Чиколева:* о сравнительномъ превосходствѣ желѣзныхъ дорогъ съ электрическою передачею силы, предъ обыкновенными паровозными, (печатается съ измѣненіями и дополненіями). Кромѣ того. *Непр. чл. Чиколевъ* прочелъ двѣ публичныя лекціи: Сравненіе исторіи освѣщеній: газоваго и электрическаго (будетъ печататься въ журналѣ, вѣроятно съ № 3-го).

Собраніе членовъ VI отдѣла Императорскаго Русскаго Тех-

1) Предсѣдатель прочелъ письма, полученныя имъ отъ *г. Хвольсона* и свой отвѣтъ послѣднему, по поводу преній, возникшихъ по сообщенію г. Пироцкаго: „о передачѣ силы, при помощи электрическаго тока, на всякія разстоянія" и предполагаемыхъ опытовъ опредѣленія равенства, или разности въ силѣ токовъ, развѣтвляющихся по схемѣ, предложенной г. Пироцкимъ. При этомъ, въ собраніи возникъ вопросъ о томъ: производить-ли подобные опыты, *по требованію г. Пироцкаго*, или нѣтъ? Рѣшено: отложить обсужденіе требованія г. Пироцкаго до слѣдующаго засѣданія, въ виду необходимости разрѣшенія, въ настоящемъ засѣданіи, другихъ неотложныхъ вопросовъ.

2) *Н. Ч. О. Чиколевъ*, прочелъ отчетъ по электротехнической выставкѣ, (см. особую статью въ этомъ же №).

3) Предсѣдатель прочелъ правила объ изданіи VI отдѣломъ отдѣльной части записокъ общества, въ видѣ особаго журнала, подъ названіемъ „*Электричество*". Такъ какъ правила, составленныя отдѣломъ, были, въ нѣкоторыхъ частяхъ, измѣнены Совѣтомъ Общества, то предсѣдатель предложилъ на рѣшеніе отдѣла вопросъ: приступать-ли къ изданію журнала, на основаніи этихъ измѣненныхъ *правилъ, или нѣтъ*?

Послѣ продолжительныхъ преній, собраніе, единогласно, рѣшило: приступить къ изданію журнала „Электричество" съ Іюля сего года, выпусками отъ одной до двухъ тетрадокъ въ мѣсяцъ, каждая объемомъ отъ 2 до 4 печатныхъ листовъ, съ назначеніемъ подписной цѣны: 6 руб. за годъ, или 3 руб. за полгода,—для постороннихъ лицъ и 5 руб. за годъ и 2 руб. 50 коп., за полгода,—для членовъ Общества.

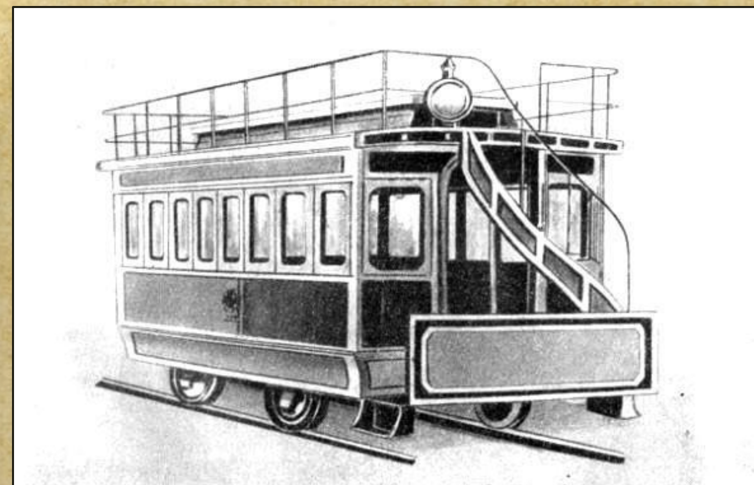
4) Предсѣдатель отдѣла, въ силу права, *предоставленнаго* ему новыми правилами о журналѣ, — объявилъ собранію, что онъ избираетъ редакторами журнала: по телеграфіи *В. А. Воскресенскаго*; по прочимъ отдѣламъ электротехники, пока одного *В. Н. Чиколева*, возлагая на него и обязанности редактора-исполнителя по общимъ дѣламъ редакціи и хозяйственной ея

Журнал «Электричество», 1880, №1.

22 серпня 1880 р. о 12 годині дня у Санкт-Петербурзі, на пісках, на розі Болотної вулиці і Дігтярного провулка відбувся показовий заїзд на «вагоне, который идет по рельсам, движимый электрической силой». Колишньому кінному вагону №114 було призначено стати першим у світі електричним трамваєм.



Конка у Петербурзі, 1880 р.



Електричний трамвай за проектом Ф. А. Піроцького

Піроцький змусив рухатися вагон конки, обладнавши його електродвигуном і подавши струм рейками. Для демонстрації винаходу винахідник обрав найважчий двох'ярусний вагон кінної залізниці на 40 пасажирів, швидкість якого становила 12 км/год.

Однак появі трамваїв на вулицях Петербурга заважали довгострокові договори з власниками конок, згідно з якими земля всіх центральних вулиць здавалася їм в оренду.



Перша у світі регулярна пасажирська лінія трамваю на електричній тязі – “Ґросс-Ліхтерфельде" в Берліні – була відкрита компанією Siemens & Halske у травні 1881 року

Незважаючи на те, що досліди увінчалися успіхом, власники товариств кінно-залізних доріг не підтримали нововведення. Переобладнання кінної дороги в електричну вимагало вкладення чималих коштів, а додаткових вигод для себе власники «конножелезки» не побачили. Крім того, за контрактом монополістів з містом заборонялося вводити інші види тяги на існуючих або знову прокладених лініях. Через це відкриття трамвайного руху в Петербурзі затрималося аж на 27 років!

Інновація Ф. А. Піроцького про використання залізничних рейок для передачі електроенергії на відстань знайшла потім широке застосування на електрифікованих залізницях і, в першу чергу, в метрополітені.





«Льодовий» трамвай Петербурга, що курсував по Неві

Всупереч перепонам монополістів і власників кінно-залізної дороги в Санкт-Петербурзі все ж знайшли спосіб запустити трамвай на електричній тязі до закінчення контракту з містом. Такі вагони почали возити пасажирів в 90-ті роки XIX століття … льодом Неви.



«Товариство для експлуатації електрики М. М. Подобєдова і К°» проклало льодом замерзлої річки три лінії, які поєднали Сенатську площу з Василівським островом, Дворцову набережну з Митнінської і Суворовської площі з Виборзькою стороною. Трамвайні вагони отримували живлення від контактної мережі, яка кріпилася на дерев'яних стовпах. Самі ж опори були вморожені в лід. Льодовий трамвай користувався великою популярністю і перевозив за сезон до 900 тисяч пасажирів. Власники конки подали в суд на Міську управу, звинувативши її в порушенні дії договору, однак судді вирішили, що умови документу поширюються тільки на вулиці Петербурга і не стосуються водних шляхів.

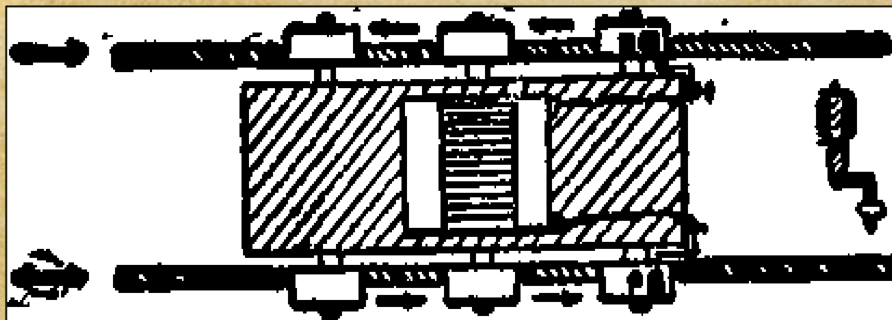


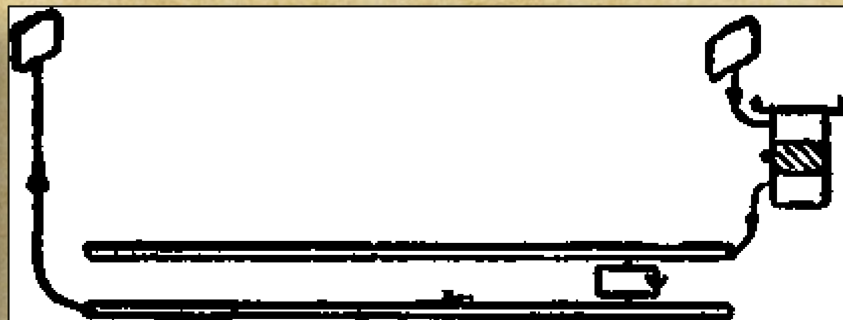
Медаль Міжнародної електричної виставки

У 1881 р. Піроцький демонструє схему свого винаходу на Паризькій міжнародній електричній виставці. Здавалося, незабаром трамвай курсуватиме вулицями столиці імперії.

На заваді стала звичайна консервативність Росії. Місцеві олігархи, які вклали великі капітали в конку, які ще не окупилися, стіною стали перед трамваєм. На Заході ж протягом п'яти наступних років усі трамвайні лінії будували за схемою Піроцького.

Варто відзначити, що Піроцькому на експерименти постійно доводилося витрачати власні заощадження, але потім він писав, що зовсім про це не шкодує, адже праця принесла свої результати.





Схеми електричної дороги та токоприймача Піроцького



Аманд Єгорович Струве

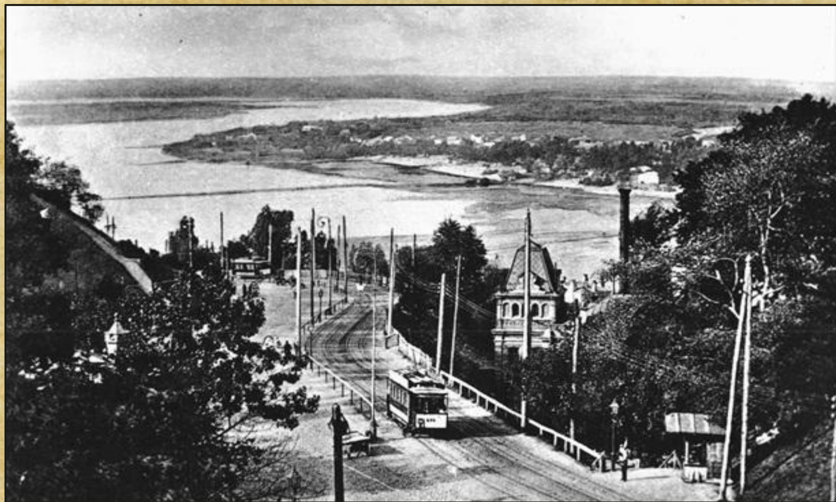
У 1886 р. Дума оголосила конкурс на кращий проект влаштування в Києві міської залізниці. Переміг військовий інженер, генерал А. Струве.

Згідно з підписаним 7 липня 1889 р. з Думою договору, він міг побудувати 24 версти залізничних колій, експлуатувати їх 45 років, віддаючи місту частину доходів, і 1 листопада 1934 р. безоплатно передати підприємство місту.

Київський трамвай і трамвайне господарство Києва було відкрито 1 червня 1892 р., ставши першим в Російській імперії. Того ж дня вагони були випробувані на вулиці Петра Сагайдачного, а 8 травня – на Володимирському узвозі (на лінії з Подолу на Хрещатик довжиною 1 км).



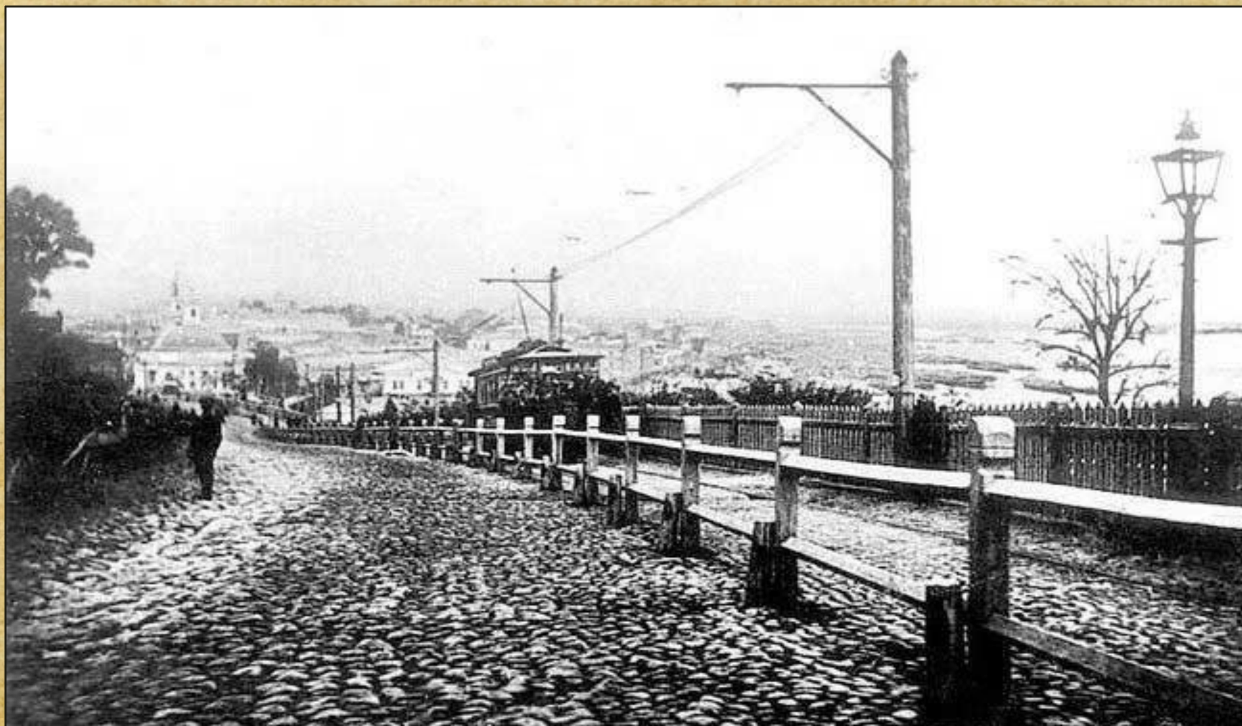
Київський трамвай, кінець XIX ст.



Київський електричний трамвай – перший в Імперії

9 червня електричний трамвай тестувала офіційна комісія, а 13 червня 1892 р. він запрацював для пасажирів. Газета «Киевлянин» з цього приводу писала:

«Пассажирское движение на электрической железной дороге уже началось. Вагоны переполнены публикой, причем многие ездят по несколько раз вверх и вниз по Александровскому спуску, интересуясь этой важной для Киева новинкой».



Володимирський узвіз у Києві, за два роки після відкриття першого у Східній Європі пасажирського трамваю. На схил, який не могли здолати кілька коней, легко піднімається машина на електротязі. Лінія ще одноколійна. Праворуч видно Дніпро, ліворуч – Поділ

№ 17. 1893. СЕНТЯБРЬ.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Электрическая желѣзная дорога въ Кіевѣ.

Статья В. Первенко.

Кіевская электрическая желѣзная дорога есть первая и пока единственная въ Россіи.

Не будь Кіевъ, по своему топографическому положенію въ исключительныхъ условіяхъ, очень вѣроятно, что примѣненіе электричества, какъ движущей силы, не нашло бы у насъ осуществленія еще долгіе годы, но крутизна подъемовъ главныхъ и второстепенныхъ улицъ, намѣченныхъ для путей городской желѣзной дороги, заставила прибѣгнуть къ этому новому средству передвиженія, такъ какъ ни конной, ни паровой тягѣ брать подъемы 0,093 оказалось не подъ силу. Конечно, рано или поздно электрическія желѣзныя дороги могутъ привиться и къ городамъ, расположеннымъ на болѣе удобной мѣстности, но для русскаго сердца всегда останется пріятное сознаніе, что начало этому хорошему дѣлу положила «Матерь городовъ русскихъ».

То, что называютъ теперь Кіевской электрической желѣзной дорогой, представляетъ изъ себя одинъ изъ трудныхъ участковъ (около 700 саж.) всей городской сѣти. Въ настоящее время къ нему пристраивается еще 712 саженей, такимъ образомъ къ осени текущаго года вся

Фрагмент статті у журналі «Электричество» про перший електричний трамвай у Києві

Таким чином, електричні вагони Піроцького вперше були запущені не вулицями Петербурга, а Києва що, звичайно, не могло не засмутити передових жителів столиці.



Пам'ятник Піроцькому у Вітебську (Білорусь) біля місцевого трамвайного депо

А в цей час доля самого Піроцького складалася не найкращім чином. Його відіслали до Івангородської фортеці Варшавського військового округу, де в 1888 р. у чині полковника відправили у відставку з половинною пенсією, не давши п'ять місяців дослужити до 25-річного військового стажу, який гарантував би йому пенсію на рівні найбільшого окладу. Ображений і пригнічений Піроцький не повернувся до Петербурга, а поїхав до України в село Маслівка Олешківського повіту на Херсонщині, де мав успадкувати маєток свого дядька, але через помилку в написанні прізвищ (П**е**роцький замість П**і**роцький) втратив на неї права. Ф. Піроцький оселився у готелі «Афіни» в Олешках і продовжив працювати. Крім трамвая, він зробив багато винаходів у інших галузях — електричному освітленні (прокладав перший підземний електричний кабель в Санкт-Петербурзі для передачі електроенергії від гарматного ливарного заводу в Артилерійській школі), був автором проекту централізованої підземної міської електромережі, а також запропонував нову конструкцію доменних і пекарних печей.

28 лютого 1898 р. полковника Ф. Піроцького знайшли мертвим. У газеті «Юг» від 22 травня розміщена замітка, в якій були такі слова: *«Жодних грошей при ньому зовсім не знайшли і знайомі влаштували йому похорон у кредит, за рахунок описаного і пізніше проданого майна...».*

Економічна доцільність застосування винаходу Ф. Піроцького була безсумнівна. Це підтвердили не тільки експерти, наприклад, Вернер фон Сіменс, якого визнавали всі ділові кола, а й більш суворий експерт – час.



У 1992 р. на Поштовій площі в Києві було встановлено пам'ятник першому трамваю, але 25 листопада 2012 р. він був перенесений у зв'язку з будівництвом нової транспортної розв'язки і розташувався біля входу до головного офісу КП 22 «Київпастрансу».

Другий пам’ятник, присвячений взагалі київському трамваю, знаходився біля входу в Подільське депо (колишнє ім. Красіна або Куринівське). Цей трамвайний вагон моделі КТВ-552 був установлений у 1985 р. Подібні вагони прийшли на зміну дореволюційним бельгійським.

Цей трамвай зроблений на Київському заводі імені Дзержинського в 1937-1939 рр., а працював за маршрутом №17: вокзал - Бессарабка.

З 2015 р. цей унікальний історичний трамвай № 919 знаходиться на реставрації в Історичному експозиційно-реставраційному центрі КП «Київпастранс», де його, можливо, повернуть до експлуатаційного стану.

